

MINERAL STRUVITE DARI BATUAN DOLOMIT DENGAN REAKTOR KOLOM SEKAT

Thareq Muhammad Fathan Adiman*), Ahmad Feriyanto*), Sutiyono, Luluk Edahwati

Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, Jalan Raya Rungkut Madya Gunung Anyar, Surabaya 60249 Telepon (031) 8782179, Faks (031) 8782257,

*Email : thareqfathan@gmail.com ; feriyanto.ahmad@yahoo.co.id

Abstrak

Dolomit sangat berlimpah di alam dengan memiliki kandungan kalsium dan magnesium yang cukup tinggi, sehingga dolomit dapat dimanfaatkan sebagai pembentukan mineral struvite. Manfaat dari Kristal struvite yaitu untuk pupuk lepas lambat yang baik untuk tanaman dimana pupuk struvite ini dapat membantu tanaman untuk tumbuh dengan jumlah pupuk struvite yang sedikit di bandingkan dengan jenis pupuk lainnya karena struvite merupakan pupuk slow release. Struvite terbentuk dengan mereaksikan senyawa magnesium amonium phosphate. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperoleh mineral struvite dengan memanfaatkan magnesium dari batuan dolomit sebagai pembentuk kristal struvite menggunakan reaktor sekat. Pembentukan kristal struvite dengan mereaksikan larutan dolomit, NH_4OH , dan H_3PO_4 perbandingan 1:1:1 dengan variabel peubah yaitu pH (8, 9, 10, 11, 12) dan rate udara (0.25L/menit, 0.5L/menit, 0.75L/menit, 1L/menit, 1.25L/menit). Kristal yang diperoleh dianalisa dengan metode XRF (X-Ray Fluorescence) untuk mengetahui kandungan yang terdapat pada kristal, XRD (X-Ray Diffractometer), dan SEM (Scanning Electro Microscope). Didapatkan hasil analisis XRF diperoleh kandungan magnesium dan phosphate tertinggi pada pH 12 dengan rate udara 1L/menit, dengan kandungan magnesium sebesar 14.2% dan phosphate sebesar 58.3%.

Kata kunci: dolomit ; kristalisasi ; struvite

STRVITE MINERALS FROM ROCK DOLOMITES WITH BULKHEAD REACTOR COLOUM

Abstract

Dolomite is very abundant in nature with a high content of calcium and magnesium, so dolomite can be used as a mineral formation struvite. The benefits of struvite crystals are for slow release fertilizer which is good for plants where struvite fertilizer can help plants to grow with a small amount of struvite fertilizer compared to other types of fertilizer because struvite is a slow release fertilizer. Struvite is formed by reacting compounds magnesium ammonium phosphate. The purpose of this research is to obtain struvite minerals by utilizing magnesium from dolomite rocks as forming crystalline struvite using a bulkhead reactor. Struvite crystal formation by reacting a solution of dolomite, NH_4OH , and H_3PO_4 1: 1: 1 ratio with variable variables namely pH (8, 9, 10, 11, 12) and air rate (0.25L/min, 0.5L/min, 0.75L/minute, 1 L/minute, 1.25L/minute). The crystals obtained were analyzed by XRF (X-Ray Fluorescence) method to determine the content contained in the crystal, XRD (X-Ray Diffractometer), and SEM (Scanning Electro Microscope). XRF analysis results obtained the highest magnesium and phosphate content at pH 12 with an air rate of 1L/min, with a magnesium content of 14.2% and phosphate of 58.3%.

Key words: dolomite ; kristalisasi; struvite

PENDAHULUAN

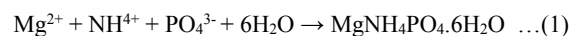
Di dalam sebuah industri, sering ditemui adanya endapan atau kerak yang terdapat pada alat-alat industri yang dapat menurunkan kinerja dari alat-alat industri yang digunakan. Salah satu yang menjadi penyusun terbentuk kerak tersebut mineral struvite (Magnesium Ammonium Phosphate). Struvite dapat digunakan sebagai pupuk. Dimana

struvite merupakan pupuk pelepas lambat atau slow release yang baik digunakan untuk tumbuhan dibandingkan dengan pupuk lainnya. Struvite dapat di buat dengan bahan yang mengandung unsur magnesium, ammonium dan phosphate. Unsur magnesium untuk pembentukan struvite menggunakan kandungan magnesium yang terdapat pada dolomit. Dolomit sendiri merupakan batuan sedimen alami yang termasuk rumpun mineral

karbonat. Menurut (Solihin, Arini and Febriana, 2017) pada mineral dolomit murni secara teoritis mengandung 41,8% MgO dan 58,2% CaO. Rumus kimia mineral dolomit dapat ditulis meliputi CaCO_3 , MgCO_3 , atau $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$. Potensi dolomit di Indonesia cukup besar dan terbesar dengan spesifikasi yang berbeda-beda. Dialam, dolomit jarang ditemukan dengan kompo-sisi murni, karena umumnya mineral ini selalu terdapat bersama-sama (bercampur) dengan batu gamping, kwarsa, rijang, pirit, lempung dan pengotor lainnya. Dolomit merupakan mineral gabungan dari dua karbonat yakni magnesium karbonat (MgCO_3) dan kalsium karbonat (CaCO_3). Dolomit dapat berdekomposisi menjadi senyawa oksida berupa MgO dan CaO yang banyak digunakan pada berbagai aplikasi di industri. MgO dapat digunakan sebagai bahan bata tahan api tahan suhu tinggi, bahan campuran semen, industri medis, bahan pembuatan pupuk dan sebagai bahan isolator. Sedangkan CaO banyak digunakan dalam industri pembuatan semen dan bahan industri kimia untuk pembuatan senyawa tertentu (Royani, Sulistiyono and Sufiandi, 2018). Banyak penelitian tentang *struvite* salah satunya Iswahyudi pada tahun 2013 yang meneliti tentang pembentukan *struvite* dengan menggunakan limbah garam atau *bittern*, *bittern* bisa disebut juga “Air Tua”. Air Tua (*Bittern*) merupakan air limbah dari proses produksi garam rakyat, jumlahnya cukup besar sehingga dibutuhkan pengolahan lebih lanjut dimana kandungan magnesium pada air tua digunakan sebagai bahan pembuatan *struvite* (Iswahyudi *et.al.* 2013). Sedangkan penelitian Ariyanto, Melani, dan Anggraini meneliti tentang pembuatan *struvite* dengan menggunakan air limbah. Air limbah yang digunakan adalah berasal dari rumah sakit yang telah disaring untuk menghilangkan kotoran. Menurut penelitian mere-ka pada PH 9 mendapatkan penyisihan PO_4 yang maksimum sebesar 83,7% pada perbandingan molar 1:1 Mg: PO_4 . Penyisihan PO_4 bisa meningkat dengan meningkatnya perbandingan molar antara reaktan Mg: PO_4 , dan mencapai penyisihan optimum sebesar 88,1% dengan perbandingan molar antara reaktan Mg: PO_4 3:1 (Ariyanto, Melani and Anggraini, 2015). Hal terbaru pada penelitian yang akan kami lakukan yaitu dimana kami menggunakan bahan batuan *dolomit* sebagai sumber Mg (magnesium) sebagai pembentukan mineral *struvite*. Menurut (Muryanto, 2017) MgCl_2 lebih baik di gunakan untuk bahan pembentukan kristal *struvite* dikarena garam klorida ini memiliki kelarutan yang lebih tinggi dibandingkan dengan senyawa magnesium lainnya seperti MgO dan $\text{Mg}(\text{OH})_2$.

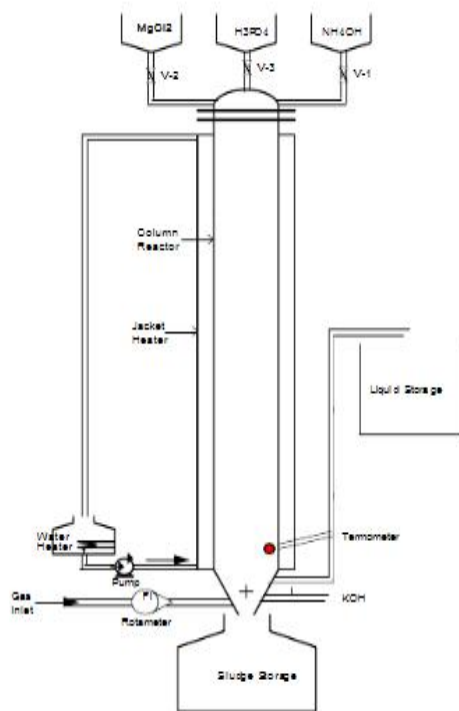
Struvite banyak di gunakan pada tanaman seperti rumput-rumputan, bibit pohon, tanaman hias, sayuran dan rumput taman sebagai pupuk dan memperoleh hasil yang baik. Kemudian juga *struvite* dapat menjadi pupuk yang sangat alternatif untuk beberapa tanaman seperti gula bit yang

memerlukan magnesium. Selama proses penerapan *struvite* pada tanaman, *struvite* tidak biasa merusak akar karena karakteristik *struvite* yang merupakan pupuk lepas lambat. *Struvite* memiliki reaksi ion sebagai berikut :



Struvite terbentuk melalui proses pengendapan yang melibatkan proses fisik-kimia membentuk endapan yang dapat dipisahkan dari larutan. Menurut (Ariyanto, Melani and Anggraini, 2015) Pembentukan *struvite* tersebut terjadi jika Ion Activity Product (IAP) dari Mg^{2+} , NH_4^+ , dan PO_4^{3-} lebih besar dari Solubility Product (KSP). Dengan PH larutan dari 8,4 sampai 9. secara teori perbandingan molar rasio reaktan Mg:N:P adalah 1:1:1. Konsentrasi ion Mg yang tinggi dapat meningkatkan reaksi penyisihan PO_4 dari larutan. Perbandingan molar reaktan PO_4 dan Mg ion adalah salah satu parameter yang dapat berpengaruh terhadap proses pembentukan *struvite* kristal. Pada pH tertentu, setiap peningkatan molar rasioreaktan Mg: PO_4 akan meningkatkan derajat kejenuhan terhadap pembentukan *struvite* akan meningkatkan persentase penyisihan PO_4 didalam larutan (Capdevielle *et al.*, 2013). Dalam proses kristalisasi, terdiri atas dua buah kejadian besar, yakni adalah nukleasi (nucleation) dan pertumbuhan kristal (crystal growth). Nukleasi menyatakan bahwa ketika kelarutan dari larutan telah dilewati (supersaturated), molekul-molekul mulai mengumpul dan membentuk cluster. Cluster tersebut akhirnya akan mencapai ukuran tertentu yang disebut critical cluster. Penambahan molekul lebih lanjut ke critical cluster akan melahirkan inti kristal (nucleus). Untuk menjadi inti kristal yang stabil maka cluster harus mempunyai ketahanan terhadap kecenderungan untuk melarut kembali. inti bertumbuh menjadi lebih besar dengan penambahan molekul solut dari larutan lewat jenuh. Phenomena ini disebut pertumbuhan kristal (crystal growth). Menurut (Dwi, A.A *et al.*, 2014) menyebutkan bahwa waktu yang dibutuhkan untuk terjadinya proses nukleasi akan berkurang seiring dengan meningkatnya pH larutan, temperatur, dan tingkat supersaturasi. Menurut (Sutiyono *et al.*, 2016). Rate udara juga berpengaruh pada pembentukan kristal *struvite* menggunakan reactor sekat ini. Dimana adanya rate udara ini bertujuan untuk meningkatkan kecepatan terjadinya reaksi. Aliran udara menyebabkan terjadinya homogenitas pada sebuah larutan. Semakin besar rate udara yang di gunakan maka semakin cepat mencapai keadaan homogen dan juga semakin cepat pula proses pembentukan kristal *struvite*. menurut (Darmadi, 2014) Aerasi bertujuan untuk memper-cepat mencapai keadaan homogeny dan juga semakin cepat pula proses pembentukan kristal *struvite*. Dengan memberikan gelembung-gelembung halus udara dan

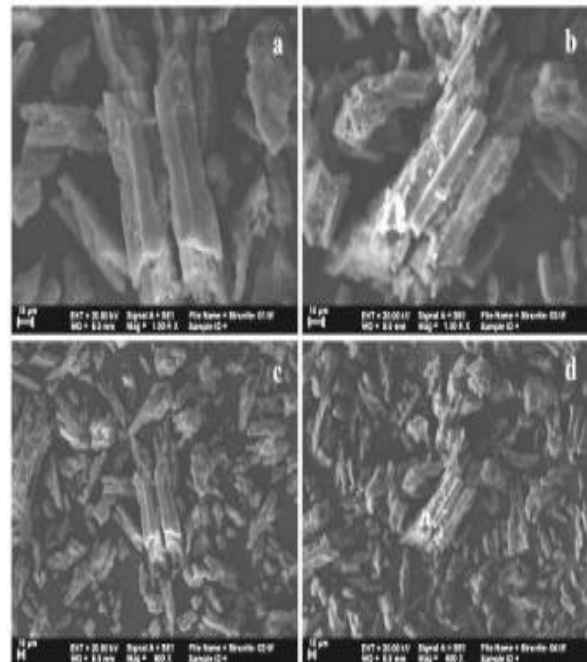
membiarkannya naik melalui air (udara ke dalam air) maka dapat menyebabkan terjadinya homogenitas pada sebuah larutan. menurut (Sutiyono *et al.*, 2016) Presipitasi *Struvite* dapat dikontrol dengan peningkatan pH dan juga dengan suhu. Dimana *struvite* terdekomposisi pada pemanasan rendah yang lambat, sementara dekomposisi ini disertai dengan mengembangkan amonia dan air pada suhu di bawah 40°C. Namun, pemanasan yang lebih cepat memungkinkan dekomposisi terjadi pada sekitar 80°C. Dengan demikian, rute sintesis mineral dari larutan-larutan jenuh *struvite* dapat dilakukan pada suhu tinggi karena dapat meningkatnya kelarutan *struvite*. Penelitian yang dilakukan ini menggunakan reaktor sekat dengan proses yang berjalan secara kontinu. Reaktor direncanakan dengan volume 498,75 mL tinggi 50 cm dengan diameter luar 5 cm ; diameter dalam 2.5 cm. Penelitian yang dilakukan ini menggunakan reaktor sekat dengan bentuk vertikal sebagai tempat terbentuknya kristal *struvite* sesuai dengan reaktor yang digunakan Edahwati dkk.



Gambar 1. Vertical Reaktor

Pada reaktor ini digunakan udara sebagai pengaduk pada aliran yang ada di dalam vertical reaktor tersebut, sehingga MAP (Magnesium Amonium Phosphate) yang ada di dalam reaktor dapat homogen. Pertama membuat MAP (Magnesium Amonium Phosphate) dengan perbandingan rasio konsentrasi $Mg:NH_4:PO_4 = 1:1:1$ dan konsentrasi KOH 1N. Reaktor diisi $\frac{3}{4}$ volume reaktor dan digunakan KOH sebagai pengontrol pH (Edahwati *et al.*, 2018).

Kristal *struvite* memiliki struktur orthorhombic yang membedakan dan dapat diidentifikasi oleh SEM.



Gambar 2. Mineral *Struvite* (MAP)

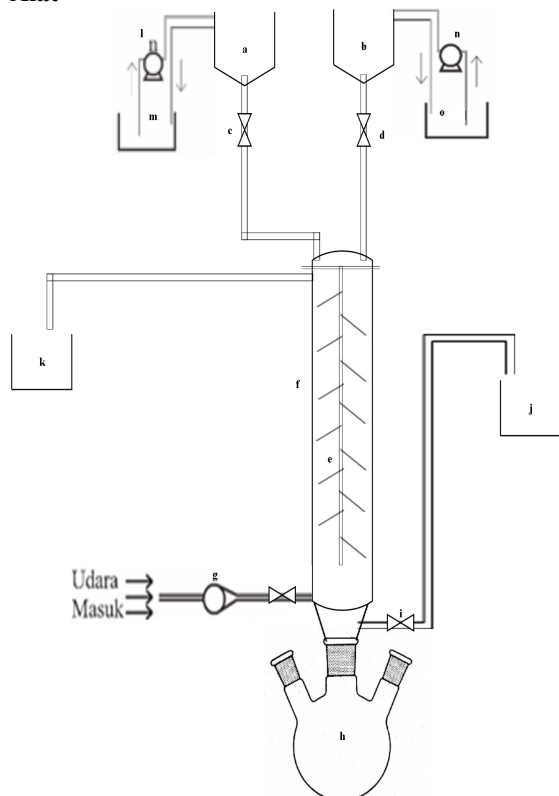
Struvite (atau MAP) adalah sejenis kristal alami yang mengandung magnesium, ammonium, dan fosfat (Fitriana and Warmadewanthi, 2016). Pengaruh Ca terhadap pertumbuhan kristal, dimana ukuran Kristal akan menurun dengan meningkatnya kandungan Ca yang lebih besar dari pada kandungan Mg. kandungan Ca yang tinggi dalam larutan dapat memberikan pengaruh buruk terhadap pertumbuhan ukuran Kristal *struvite*. Menurut Liu kehadiran Ca terhadap pertumbuhan kristal ukuran dari Ca tersebut akan lebih kecil di bandingkan dengan ukuran kristal *struvite* itu sendiri. Ca dalam larutan mempengaruhi laju pertumbuhan senyawa kristal, yang disebabkan oleh pemblokiran di mana kristal dapat terbentuk, sehingga menghambat pertumbuhan *struvite* (Liu and Wang, 2019). Tujuan dari penelitian Untuk memperoleh mineral *struvite* dengan memanfaatkan magnesium dari batuan *dolomit* sebagai pembentuk kristal *struvite* menggunakan reaktor sekat.

METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya adalah Dolomit yang digunakan berasal dari CV. Globalindo Internusa dengan kandungan magnesium sebanyak 38% .. H_3PO_4 fase cair didapat dari toko kimia dengan kadar 98%, NH_4OH didapat dari toko kimia dengan kadar 21% NaOH didapat dari toko kimia dan air demineralisasi

Alat



Gambar 3. Rangkaian Alat Reaktor Kolom Sekat

Keterangan :

- Tangki penampung Dolomite, H_3PO_4 , dan NH_4OH (MAP)
- Tangki penampung NaOH
- Kran MAP
- Kran NaOH
- Reaktor kolom
- Sekat
- Rotameter
- Tangki penampung endapan
- Kran tangki penampung larutan struvite
- Tangki penampung larutan struvite
- Tangki penampung overflow struvite
- Pompa (MAP)
- Tangki penampung overflow (MAP)
- Pompa NaOH
- Tangki penampung overflow NaOH

Variable yang digunakan

Kondisi yang di tetapkan diantaranya, konsentrasi ($Mg : NH_4 : PO_4^{3-}$): 1 : 1 : 1 mol L^{-1} , konsentrasi NaOH (2N), dengan 2 Variabel peubah yaitu pH (8;9;10;11;12), dengan Rate Udara ($Lmenit^{-1}$):0,25;0,5;0,75;1;1.25

Prosedur

Persiapan

Megisi tangki a dengan dolomite, H_3PO_4 , dan larutan NH_4OH dengan perbandingan konsentrasi

$Mg : NH_4 : PO_4 = 1:1:1$ kemudian membuat larutan NaOH 2N lalu di isikan pada tangki b. Setelah itu menyusun rangkaian alat seperti yang telah dilampirkan dalam gambar rangkaian alat.

Percobaan

Isi reaktor sekat dengan MAP hingga mencapai ketinggian $\frac{3}{4}$ dari reaktor serta NaOH untuk mengontrol pH larutan dan nyalakan kompresor untuk mengalirkan udara ke dalam reaktor, atur rate udara menjadi 0,25;0,5; 0,75; 1; 1,25Lmenit-1. Masukkan NaOH sedikit demi sedikit dengan membuka kran pada selang sehingga pH larutan campuran MAP dan NaOH tercapai pH yang di inginkan. Setelah tercapai pH yang diinginkan, tunggu agar proses berjalan secara steady state. Setelah itu, lakukan analisa terhadap endapan tersebut, dengan cara keringkan endapan struvite pada suhu ruangan selama 48jam dan catat berat endapan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini didapatkan hasil analisa XRF (X-Ray Flourensence) kandungan mineral struvite dan nilai konversi pembentukan struvite berdasarkan kandungan magnesium.

Tabel 1. Hasil analisa kandungan Mg dan P dengan metode XRF

Komponen (%)	Rate Udara (L/menit)				
	0.25	0.5	0.75	1	1.25
pH 8	Mg 6.5	6.8	7.3	8.4	6.9
	P 36.9	38.2	37.5	39.8	37.3
pH 9	Mg 7.6	7.8	8.7	11	8.4
	P 40.1	42.8	43.7	47.9	42.5
pH10	Mg 8.2	9.2	9.8	11.7	9.6
	P 39	47.4	50.6	53.7	49.4
pH11	Mg 9.3	9.6	11.5	12.7	10.3
	P 41.3	53.2	53.8	55.1	52.8
pH12	Mg 10.3	11.4	12.3	14.2	11.9
	P 45.4	52.5	54.3	58.3	54.6

Dapat dilihat dari Tabel 1 bahwa untuk rate mulai dari 0.25, 0.5, 0.75, sampai 1L/Menit mengalami kenaikan dan pada rate 1.25 L/Menit mengalami penurunan. Hal ini dikarenakan jika terlalu besar rate udara yang digunakan maka tumbukan yang terjadi antar partikel akan sangat cepat yang dapat menyebabkan proses pembentukan struvit menjadi tidak stabil dan kurang baik untuk pembentukan Kristal struvite. Menurut (Fitriana and Warmadewanthi, 2016) semakin cepat rate udara maka dapat menyebabkan menurunnya waktu induksi, pada rate udara yang terlalu tinggi dapat menurunkan hasil penyisihan magnesium hal ini di karenakan stabilitas dari struvite mengalami penurunan. Rate udara yang terbaik Menurut (Rahman *et al.*, 2014) pada pembentukan struvite adalah 0.73L/Menit. Dari grafik hasil analisa XRF

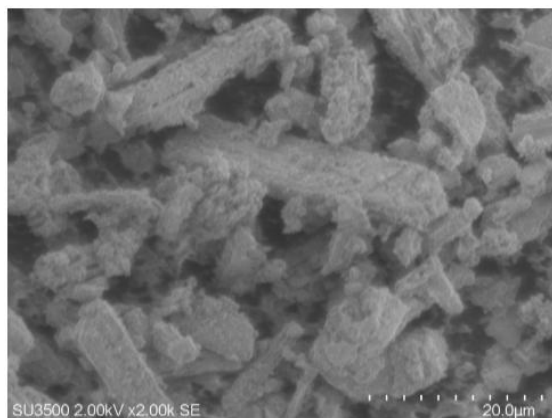
didapatkan bahwa kandungan magnesium terbesar terdapat pada rate udara 1L/menit. Untuk rate udara yang terbaik yaitu pada rate 1L/menit. Sedangkan rate udara yang terbaik pada pembentukan struvite adalah 0,73L/Menit dengan bahan yang mengandung MgCl₂, dikarenakan dolomit mengandung MgO didalamnya, dimana MgO ini merupakan senyawa yang memiliki kelarutan yang kecil dalam air maka memerlukan rate udara yang lebih besar di bandingkan dengan bahan yang mengandung MgCl₂. Untuk pH sendiri menurut (Fitriana and Warmadewanthi, 2016) untuk mendapatkan hasil struvite terbaik berada pada kisaran antara pH 9,5-10,5 kemudian hasil yang didapat diketahui pada pH terbaiknya pembentukan struvite terjadi pada pH 12. Hal ini di sebabkan karena adanya pengaruh kandungan Ca berlebih sebagai impuri-tiesnya. Kemudian menurut (Liu and Wang, 2019) adanya Ca berlebih ini akan melepas ion H⁺ (asam). Pelepasan ion H⁺ (asam) ini menyebabkan peningkatan pH pada pembentukan Kristal struvite. Dimana pada pembentukan Kristal struvite dengan menggunakan bahan lain yang tidak mengandung Ca pH terbaiknya berada pada range 9,5-10,5. Akan tetapi dikarenakan adanya Ca pada dolomit untuk pembentukan Kristal struvite membutuhkan pH yang lebih tinggi. Sehingga diperoleh pH terbaik untuk pembentukan Kristal struvite dengan dolomite di dapat berada pada pH 12. Sedangkan untuk kandungan fosfat dapat dilihat dari tabel diketahui bahwa untuk rate mulai dari 0,25, 0,5, 0,75, sampai dengan rate 1 L/Menit mengalami kenaikan dan sedangkan pada rate 1,25L/Menit mengalami penurunan. Rate udara di dalam reactor ini bertujuan untuk membantu menghomogenkan larutan yang ada di dalamnya. Dari hasil analisa XRF kandungan Phosphate didapatkan kesimpulan bahwa kandungan phosphate terbesar terdapat pada rate udara 1 L/menit dengan pH 12. Untuk rate udara yang terbaik yaitu pada rate 1 L/menit. Menurut (Rahman *et al.*, 2014) rate udara yang terbaik pada pembentukan struvite adalah 0.73 L/menit. Sedangkan hasil yang di peroleh tidak sesuai dengan literature yang ada, yaitu 1L/menit, pada rate udara 1,25L/menit mengalami penurunan, dikarenakan menurut (Fitriana and Warmade-wanthi, 2016) waktu induksi berkurang apabila kecepatan pengadukan atau rate udara tinggi dan nukleasi struvite cepat sehingga pada rate 1,25 L/menit mengalami penurunan. untuk pH mulai dari 8, 9, 11,12 mengalami kenaikan namun pada pH 10 rate 0,25 L/menit mengalami penurunan dari pH 9 dan kemudian naik lagi di pH11 pada rate 0,25L/menit tetapi tidak terlalu signifikan hal ini terjadi karena di dalam reaktor larutan belum terhomogenasi dengan sempurna. Maka dari itu pada pH 10 terjadi

penurunan. Kemudian didapatkan untuk komposisi fosfat terbesar yaitu 58,3% pada pH 12 rate 1L/ dan dibuktikan pada grafik hasil analisa XRF. Hal tersebut dapat terjadi karena semakin besar pH maka kandungan phosphate yang di dapat akan semakin besar pula.

Tabel 2. Konversi pembentukan Kristal struvite berdasarkan kandungan magnesium

		Konversi (%)				
pH	Rate Udara	0.25	0.5	0.75	1	1.25
	8	36.1	37.9	40.6	46.7	38.3
	9	42.2	43.3	48.3	61.1	46.7
	10	45.6	51.1	54.4	65.0	53.3
	11	51.7	53.3	63.9	70.6	57.2
	12	57.2	63.3	68.3	78.9	66.1

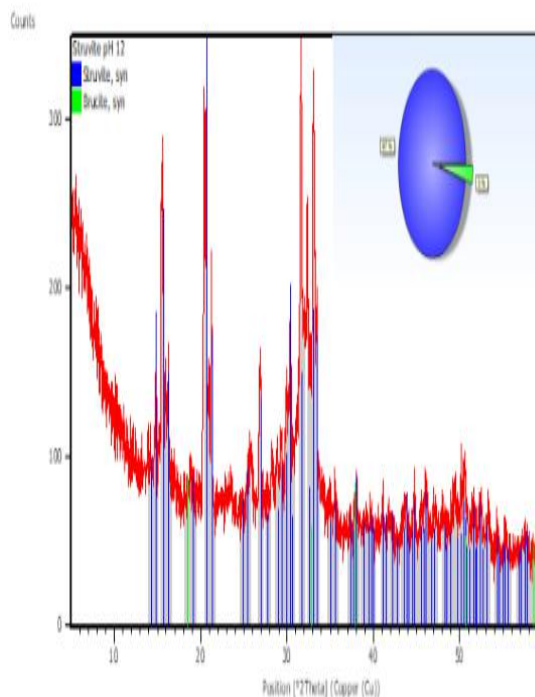
Dapat dilihat dari table 2 menunjukkan bahwa untuk konversi magnesium pada rate udara dari 0,25 ; 0,5 ; 0,75 dan 1 mengalami kenaikan. Akan tetapi, pada rate 1 ke rate udara 1,25L/menit mengalami penurunan. Pada pH 12 dengan rate udara sebesar 1L/menit diperoleh nilai konversi magnesium (%) yang terbaik yaitu 78,9%. Kenaikan aliran udara dapat meningkatkan konversi magnesium pada struvite, tetapi konversi magnesium pada struvite akan menurun jika aliran udara yang digunakan terlalu besar. Hal ini dikarenakan jika aliran udara terlalu besar maka dapat menyebabkan pembentukan struvite tidak stabil sehingga tingkat konversi magnesium pada struvite juga menurun dan dapat menyebabkan kristal struvite pecah sehingga merusak morfologi dari Kristal struvite itu sendiri. untuk pH 8, 9, 10, 11 ,dan 12 mengalami kenaikan. Dengan kondisi terbaik pH 12 pada rate udara 1 L/menit dengan nilai konversi (%) terbaik sebesar 78,89%. Sedangkan menurut teori struvite terbaik berada pada rentang pH 9,5–0,5(Liu and Wang, 2019) . Sementara pada hasil yang kami peroleh semakin tinggi pH dari variasi pH 8 ; 9 ; 10 ; 11 dan 12 mengalami peningkatan. Hal ini dikarenakan adanya kandungan Ca yang tinggi. Dimana Ca ini dapat mempengaruhi pembentukan struvite selain dari bentuk atau morfologi kristalnya juga dapat mempengaruhi pH pembentukan kristal struvite, dimana terjadi pelepasan ion H⁺ pada pembentukan Kristal struvite. Karena hal ini untuk bahan dolomit membutuhkan pH yang lebih tinggi untuk menghasilkan struvite yang terbaik. Dimana pH pembentukan struvite yang awalnya pH terbaik untuk struvite berkisar antara pH 9,5-10,5 meningkat menjadi pH 12. Sehingga di peroleh konversi yang optimum untuk magnesium pada pH 12 sebesar 78,9%.



Gambar 4. Hasil analisa SEM pada kondisi pH 12 dengan rate udara 1 L/menit.

Berdasarkan teori yang ada di ketahui bahwa Kristal struvite memiliki bentuk otorombik. Dari penelitian ini di dapatkan bentuk Kristal yang otorombik dimana terdapat gumpalan gumpalan kecil. Dimana gumpalan tersebut di sebabkan karena pengaruh adanya Ca. menurut (Liu and Wang, 2019) diketahui bahwa Ca dalam larutan mempengaruhi laju pertumbuhan senyawa kristal, yang disebabkan oleh pemblokiran di mana kristal dapat terbentuk ,dimana Ca akan menutup celah dari kristal untuk terbentur dengan inti kristal struvite sehingga menghambat pertumbuhan struvite dan menyebabkan kurang maksimalnya benturan antar partikel struvite yang menyebabkan tidak sempurnanya bentuk Kristal struvite. Sehingga gambar dari hasil analisa SEM tidak semuanya otorombik.

Dari hasil analisa XRD material struvite pada kondisi pH 12 rate udara 1 L/menit di peroleh hasil struvite sebesar 97% dan brucite 3%. Dimana terbentuknya Kristal ditunjukan dengan terbentuknya puncak pada grafik. Puncak grafik dapat terlihat banyak sekali pada garis yang berwarna biru yang menjulang melewati garis merah itulah saat terjadinya prmbntukan inti Kristal. Untuk grafik yang berwarna merah itu merupakan amorf yang terdapat pada Kristal struvite dimana amorf ini merupakan senyawa lain yang bukan struvite salah satunya yaitu Ca .dari hasil XRD ini dapat dikatakan bahwa struvite yang di hasilkan dari penelitian ini cukup tinggi .



Gambar 5. Hasil analisa XRD material struvite pada kondisi pH 12 dengan rate udara 1 L/menit.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan bahwa kristal struvite yang terbentuk memiliki jenis kristal seperti piramida yang tidak beraturan berwarna putih atau bias disebut dengan berbentuk otorombik. Rate udara merupakan faktor yang berpengaruh pada pembentukan mineral struvite. Rate yang terbaik dalam pembentukan mineral struvite yaitu 1L/menit. Faktor pH berpengaruh dalam pembentukan mineral struvite. pH yang terbaik dalam pembentukan mineral struvite ini adalah pH 12. Kandungan unsur Mg yang tertinggi pada material struvite yang terbentuk dalam penelitian ini diperoleh dengan kondisi pH 12 dengan rate udara 1L/menit sebesar 14,2%. Kandungan unsur P yang tertinggi pada material struvite yang terbentuk dalam penelitian ini diperoleh dengan kondisi pH 12 dengan rate udara 1 L/menit sebesar 58,3%. Konversi pembentukan struvite berdasarkan kandungan magnesium terbaik terjadi pada pH 12 dengan rate udara 1L/menit diperoleh konversi sebesar 78,89%.

SARAN

Setelah melakukan penelitian ini, dapat diberikan beberapa saran untuk proses penelitian selanjutnya pemahaman mineral *struvite*, yaitu :

1. Perlu dilakukan studi yang sama dengan melakukan variasi perbandingan konsentrasi $\text{Mg:NH}_4\text{:PO}_4$.
2. Perlu dilakukan studi dengan variable yang sama diatas tetapi berbeda bahan antara sintetis dengan bahan limbah yang lain.
3. Perlu dilakukan studi dengan melakukan variasi pH yang lebih tinggi untuk mengetahui pengaruhnya terhadap pembentukan mineral *struvite*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami ucapkan terimakasih kepada Bapak Sutiyono dan Ibu Luluk Edawati yang telah membantu dalam menyelesaikan penelitian yang di lakukan ini sehingga dapat dilaksanakannya dengan baik dan lancar, dan di ucapkan terimakasih kepada Universitas Pembangunan Nasional Jawa Timur khususnya Fakultas Teknik Program Studi Teknik Kimia yang telah menyediaan tempat penelitian untuk di lakukannya penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariyanto, E., Melani, A. and Anggraini, T. (2015) 'Penyisihan Po_4 Dalam air Limbah Rumah Sakit Untuk Produksi Pupuk Struvite', *Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Palembang*.
- Capdevielle, A. *et al.* (2013) 'Optimization of struvite precipitation in synthetic biologically treated swine wastewater-Determination of the optimal process parameters', *Journal of Hazardous Materials*. doi: 10.1016/j.jhazmat.2012.11.054.
- Darmadi, D. (2014) 'Pengolahan Limbah Cair Pabrik Pupuk Urea Menggunakan Advanced Oxidation Processes', *Jurnal Rekayasa Kimia & Lingkungan*. doi: 10.23955/rkl.v10i1.2166.
- Dwi, A. A., Arseto Y. B., & Joni H., (2014).'' Pengaruh pH dan Kecepatan Pengadukan Terhadap Proses Kristalisasi Fosfat Berkonsentrasi Rendah Dalam Air Limbah''. Teknologi Lingkungan XI – ITS, Surabaya
- Edahwati, L. *et al.* (2018) 'Kinetics Analysis of Synthesis Reaction of Struvite with Air-Flow Continous Vertical Reactors', in *Journal of Physics: Conference Series*. doi: 10.1088/1742-6596/953/1/012245.
- Fitriana, A. R. and Warmadewanthi, I. (2016) 'Penurunan Kadar Amonium dan Fosfat pada Limbah Cair Industri Pupuk', *Jurnal Teknik ITS*. doi: 10.12962/j23373539.v5i2.16523.
- Iswahyudi *et.al.*(2013). ''Pengolahan limbah garam (bittern) menjadi struvite dengan pengontrol pH''. Madura :Jurnal Teknologi Industri Pertanian: Universitas Trunojoyo Madura
- Liu, X. and Wang, J. (2019) 'Impact of calcium on struvite crystallization in the wastewater and its competition with magnesium', *Chemical Engineering Journal*. doi: 10.1016/j.ccej.2019.122121.
- Muryanto, S. (2017) 'On precipitation of struvite ($\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)', *Journal of Science & Science Education*. doi: 10.24246/josse.v1i2p21-29.
- Rahman, M. M. *et al.* (2014) 'Production of slow release crystal fertilizer from wastewaters through struvite crystallization - A review', *Arabian Journal of Chemistry*. doi: 10.1016/j.arabjc.2013.10.007.
- Royani, A., Sulistiyono, E. and Sufiandi, D. (2018) 'PENGARUH SUHU KALSINASI PADA PROSES DEKOMPOSISI DOLOMIT', *Jurnal Sains Materi Indonesia*. doi: 10.17146/jsmi.2016.18.1.4186.
- Solihin, S., Arini, T. and Febriana, E. (2017) 'Pengaruh temperatur nukleasi terhadap geometri produk magnesium karbonat dari bahan baku dolomit madura[effect of Temperature on The Geometric Product Nucleation Magnesium Carbonate of Raw Materials Dolomite Madura]', *Metalurgi*. doi: 10.14203/metalurgi.v28i2.249.
- Sutiyono, S. *et al.* (2016) 'Synthesis and characterisation of struvite family crystals by an aqueous precipitation method', in *MATEC Web of Conferences*. doi: 10.1051/mateconf/20165801006.